

KEKUATAN TARIK KOMPOSIT HIBRID UNSATURATED POLYESTER/CLAY/SERAT GLAS

Husaini¹⁾ dan Kusmono²⁾

¹⁾ Staf Pengajar Fakultas Teknik Universitas Almuslim-Bireuen

²⁾ Staf Pengajar Fakultas Teknik Universitas Gadjah Mada- Yogyakarta

ABSTRAK

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh penambahan *clay* terhadap kekuatan tarik komposit hibrid *unsaturated polyester/clay/serat glas*. Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah resin *unsaturated polyester*, *clay*, serat *glass* dan *hardener*. Metode *handy lay-up* digunakan untuk persiapan sampel. *Unsaturated polyester* dicampur *clay* 0, 2, 4 dan 6% fraksi berat diaduk dengan menggunakan *mechanical stirrer* selama 120 menit pada temperatur 60 °C, didiamkan selama 10 menit, ditambahkan *hardener* 1% fraksi berat, diaduk selama 2 menit, dimasukkan dalam tabung hampa selama 2 menit, dituangkan dalam cetakan secara berturut-turut yang diawali dengan matrik, lembaran serat *glass*, dipadatkan dengan *roll* baja dan diakhiri dengan matrik. Proses selanjutnya didiamkan selama 24 jam pada temperatur ruang, dimasukkan dalam oven pemanas selama 3 jam pada temperatur 80°C dan spesimen dipotong untuk uji tarik dan bending. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penambahan *clay* 2% fraksi berat menaikkan kekuatan tarik, tetapi penambahan *clay* lebih dari 2% fraksi berat menurunkan kekuatan tarik dari komposit hibrid *unsaturated polyester/clay/serat glas*. Pengujian uji tarik menunjukkan fraksi *clay* yang optimum terjadi pada 2% dengan kenaikan kekuatan tarik sebesar 12,8%.

Kata kunci : *Unsaturated polyester*, *clay*, serat *glas*, komposit hibrid dan kekuatan tarik

1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pengembangan *reinforcement of polymers using fillers* dimana penambahan *fillers* ke dalam *polymer matrix* dimaksudkan untuk mendapatkan penurunan biaya, meningkatkan modulus elastisitas, kontrol viskositas dan permukaan produk yang halus. Disamping itu ketika *fillers* material ukuran skala *nano* mempunyai luas permukaan besar dengan aspek ratio 30-1000 [2]. *Fillers*

volume dari polimer yang lebih mahal, hal ini akan mengurangi biaya dari produk akhir [1].

Berdasarkan hal-hal yang telah disebutkan di atas maka muncullah komposit hibrid dengan berbagai jenis penguat. Komposit hibrid adalah komposit yang terdiri dari lapisan-lapisan penguat dapat berupa dua atau lebih jenis penguat yang berbeda-beda [1, 3, 4]. Komposit hibrid mempunyai sifat-sifat lebih baik

daripada komposit yang terdiri dari satu jenis penguat.

Mineral *clay* yang digunakan sebagai *fillers* dalam komposit *clay* adalah *layered silicate clay mineral*. *Layered silicate clay* berupa *smectite clay* yang umum digunakan untuk aplikasi komposit disebut dengan *montmorillonite*. *Montmorillonite* adalah bersifat *hydrophilic* dimana akan menyebabkan sulitnya terjadi pengelupasan dalam polimer konvensional.

Unsaturated Polyester merupakan resin termasuk kelompok *thermoset polymers* dan biasanya digunakan secara umum dalam bidang otomotif, kelautan, kimia dan kelistrikan [1]. *Unsaturated Polyester* banyak digunakan dalam produk-produk komposit karena biaya relatif rendah, mempunyai sifat-sifat mekanik yang baik, mempunyai daya tahan terhadap lingkungan yang baik dan mempunyai viskositas rendah pada temperatur ruang. Resin *Polyester* digunakan dalam keadaan basah “*wet resin*” dan dapat dibuat untuk keperluan komposit dalam berbagai bentuk, berupa *hand lay-up*, *spray lay-up*, *resin transfer moulding* dan *resin infusion* [5].

Komposit hibrid *unsaturated polyester/clay/serat glas*, dimana komposit ini terdiri dari *unsaturated polyester/clay* merupakan matrik sementara serat *E-glass* sebagai penguat. Kehadiran serat *E-glass*

dalam komposit ini diharapkan matrik *unsaturated polyester/clay* dapat menempel (*sticking*) pada permukaan serat *glass*. Penempelan yang paling utama diharapkan terjadi oleh *clay* pada permukaan serat *glass* dimana hal ini dapat meningkatkan deformasi plastis dengan signifikan [6]. Pemilihan serat jenis *E-glass*, disamping serat ini lebih sering digunakan, serat *E-glass* relatif mempunyai kekuatan dan kekakuan yang baik serta murah dibandingkan dengan serat jenis *S-glass* dimana mempunyai kekuatan dan kekakuan yang sangat baik tetapi biaya produksi sangat tinggi [7].

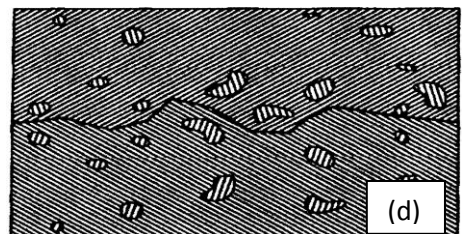
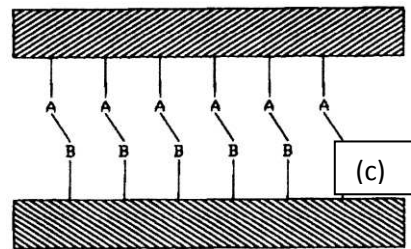
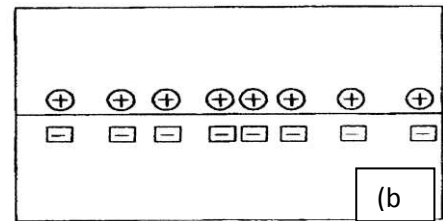
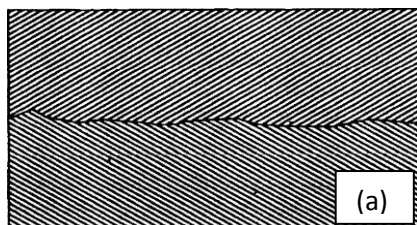
1.1.1 Mekanisme Adhesi Serat-Matrik

Sifat-sifat ikatan serat dan matrik tidak hanya tergantung pada susunan atom, unsur kimia dari serat dan matrik tetapi juga tergantung pada sifat-sifat morfologi dari serat dan kemampuan difusi dari elemen-elemen dari tiap-tiap unsur (Kim dan Mai, 1998). Kekuatan komposit ditentukan oleh kontak *interface* antara matrik dan serat. Ikatan *interface* (Mathew dan Rawlings, 1994 ; Kim dan Mai, 1998) terbagi:

1. Ikatan mekanis yaitu ikatan yang terjadi secara *interlocking* antara permukaan matrik dan serat. Kekuatan ikatan *interface* tidak mungkin sangat tinggi dalam arah tarikan transversal, tetapi kekuatan

dalam arah longitudinal sangat baik dan juga tergantung derajat kekasaran. Ikatan mekanis ditunjukkan oleh Gambar 1a.

2. Ikatan elektrostatis, yaitu ikatan yang terjadi perbedaan muatan elektrostatis antara matrik dan serat pada *interface* yang mendukung gaya ikatan. Kekuatan pada *interface* tergantung densitas muatan. Ikatan elektrostatis ditunjukkan oleh Gambar 1b.
3. Ikatan kimia, yaitu ikatan yang dibentuk dengan elektron donor dan elektron penerima terjadi antara permukaan matrik dan serat. Ikatan ini dihasilkan biasanya dengan reaksi kimia. Ikatan kimia ditunjukkan oleh Gambar 1c.
4. Ikatan interdiffusi, yaitu ikatan terjadi antara dua permukaan yang dibentuk oleh interdiffusi atom atau molekul yang melewati *interface*. Ikatan interdiffusi dapat dilihat pada Gambar 1d.



Gambar 1. Jenis-jenis ikatan *interface* matrik dan serat (Kim dan Mai, 1998)

1.2. Perumusan Masalah

Pada penelitian komposit hibrid *unsaturated polyester/clay*/serat glas dapat dirumuskan permasalahan-permasalahan ditinjau dari pengaruh penambahan *clay* dalam komposit terhadap kekuatan tarik (*tensile strength*).

1.3 Batasan Masalah

Pada penelitian kekuatan komposit hibrid *unsaturated polyester/clay*/serat glas dilakukan pembatasan masalah seperti berikut ini :

1. Pada studi ini tidak dibahas tinjauan kimia dari resin *unsaturated polyester*.

2. Pengujian sifat mekanik pada studi ini meliputi uji tarik (*tensile test*).
3. Kandungan *clay* yang dipilih 0, 2, 4 dan 6% berat.
4. Kandungan serat gelas ditetapkan semua 4 lembar atau 17,81% berat total komposit *unsaturated polyester*/serat glas.

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh penambahan *clay* pada komposit *unsaturated polyester*/serat glas terhadap kekuatan tarik (*tensile strength*).

1.5 Manfaat Penelitian

Berikut ini adalah beberapa manfaat yang dapat diambil dari penelitian ini :

- a. Hasil studi ini diharapkan mendapatkan jenis material baru yang mempunyai kekuatan tarik lebih unggul dibanding material konvensional sehingga dapat digunakan untuk pemakaian yang lebih spesifik.
- b. Hasil studi ini dapat bermanfaat yaitu memberi informasi yang dapat digunakan sebagai referensi untuk penelitian bidang komposit.
- c. Dapat dipakai untuk bidang ilmu pengetahuan dan pemakaian dibidang industri.

2. METODE PENELITIAN

2.1 Bahan

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini resin *unsaturated polyester* sebagai matrik dengan merek dagang YUKALAC[®] type 157 BQTN-EX, *clay* Nanomer[®] i.28E Nanoclay dari Nanocor, USA sebagai *filler* dan serat *glass* CSM 300 x 1860, Taiwan serta *hardener methyl ethyl ketone peroxide* (*Mekpo*) dari Lantor Corema[®].

2.2 Alat-Alat

Berikut ini adalah alat-alat yang digunakan

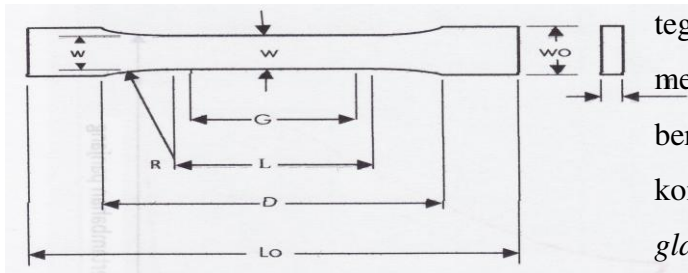
1. Timbangan untuk menimbang berat unsur-unsur komposit.
2. Gelas *becher* untuk wadah mencampur unsur-unsur komposit.
3. Mesin pengaduk untuk mencampur unsur-unsur komposit.
4. Pemanas (*heater*) untuk memanaskan unsur-unsur komposit.
5. *Thermometer* untuk mengukur temperatur campuran komposit.
6. Pengukur waktu.
7. Cetakan *laminat*.
8. Jangka sorong untuk mengukur dimensi komposit.
9. Mesin *Tensile Test* dan perlengkapan
10. *Drying Oven*.
11. *Vacuum Oven*.

2.3 Persiapan Spesimen

Unsaturated polyester dicampur *clay* 0, 2, 4 dan 6% fraksi berat diaduk dengan menggunakan *mechanical stirrer* selama 120 menit pada temperatur 60 °C, didiamkan selama 10 menit, ditambahkan *hardener* 1% fraksi berat, diaduk selama 2 menit, dimasukkan dalam tabung hampa selama 2 menit, dituangkan dalam cetakan secara berturut-turut yang diawali dengan matrik, lembaran serat *glass*, dipadatkan dengan *roll* baja dan diakhiri dengan matrik. Proses selanjutnya didiamkan selama 24 jam pada temperatur ruang, dimasukkan dalam oven pemanas selama 3 jam pada temperatur 80°C dan spesimen dipotong untuk uji tarik.

2.4 Uji Kekuatan Tarik

Bentuk spesimen, dimensi dan prosedur pengujian mengikuti standar ASTM D 638 type I. Bentuk dan dimensi spesimen uji tarik ditunjukkan pada gambar 2.

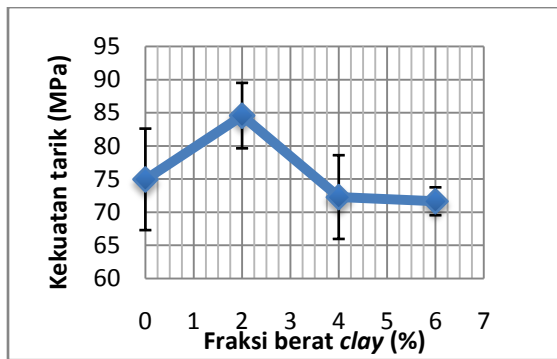


Gambar 2. Spesimen uji tarik

Pengujian tarik dilakukan dengan menggunakan mesin uji tarik “SERVO PULSER, Simadzu EFH-EB20-40L dengan *load cell* 2000 kg pada kecepatan tarik 10 mm/menit, dengan menggunakan *standard* ASTM D 638. Pengujian tarik ini dilakukan dengan jumlah spesimen uji 5 buah untuk setiap variasi *clay*.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Gambar 3. menunjukkan grafik kekuatan tarik dari beberapa fraksi berat *clay*. Kekuatan tarik semakin meningkat akibat penambahan *clay* dalam komposit. Kekuatan tarik dicapai pada kandungan *clay* yang optimum sebesar 2 % fraksi berat. Hal ini dimungkinkan karena terjadinya struktur eksfoliasi. Struktur eksfoliasi terbentuk ketika lapisan *silicate* yang berukuran nanometer tersebar secara acak dan merata dalam matrik. Penambahan *clay* lebih dari 2% fraksi berat menyebabkan terjadinya penurunan kekuatan tarik dari komposit. Hal ini dimungkinkan oleh adanya aglomerasi *clay* yang dapat menyebabkan konsentrasi tegangan. Konsentrasi tegangan ini menjadi awal terjadinya retak yang berakibat pada menurunnya kekuatan tarik komposit *unsaturated polyester*/serat *glas/clay*.



Gambar 3. Pengaruh fraksi berat *clay* versus kekuatan tarik

Penambahan *clay* dapat memperbaiki sifat dari komposit *unsaturated Polyester/serat glas* yang signifikan dibandingkan tanpa *clay*. Partikel-partikel *clay* yang ditambah diharapkan dapat memberi pengaruh penguatan terhadap komposit *unsaturated Polyester/serat glas*. Hal ini disebabkan oleh partikel-partikel *clay* yang dapat melekat dengan baik pada permukaan serat *glas* dan matrik *unsaturated polyester*. Melekatnya serat *glas* dan matrik *unsaturated polyester* dapat terjadi secara *interfacial* walaupun keduanya tidak sama.

4. KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Penambahan *clay* pada komposit *unsaturated polyester/serat glas/clay* dapat meningkatkan kekuatan tarik dimana penambahan *clay* yang optimum dicapai pada 2% fraksi berat. Penambahan *clay* di atas 2% fraksi berat dapat menurunkan

kekuatan tarik komposit *unsaturated polyester/clay/serat glas*

B. Saran-Saran

Berdasarkan hasil penelitian komposit hibrid *unsaturated polyester/clay/serat glas* dapat disarankan beberapa hal :

1. Komposit hibrid *unsaturated polyester/clay/serat glas* untuk keperluan rekayasa industri yang bekerja dengan beban tarik agar mendapatkan hasil yang maksimum, maka penambahan *clay* dilakukan dengan 2% berat.
2. Komposit hibrid *unsaturated polyester/clay/serat glas* untuk keperluan rekayasa industri, sebaiknya dilakukan penelitian sifat mekanik yang lainnya seperti kekuatan inpak dan bending.
3. Berdasarkan bahan dan data yang dipakai pada penelitian ini, perlu dilakukan penelitian pada kandungan *clay* 3%, 2,5 % berat.

DAFTAR PUSTAKA

1. Mallick, P.K., 2007, “ *Fiber-reinforced Composites*”, 3rd Ed., CRC Press, USA.
2. Hussain, F., Hojjati, M., Okamoto, M dan Gorga, R. E., 2006, “*Review article : Polymer-Matrix Nanocomposites, Processing,*

Manufacturing, and Application : An Overview”, Journal of Composite Materials, Vol. 40, No. 17.

3. Harris, B., 2003, “*Fatigue in Composites*”, Woodhead Publishing Limited & CRC Press LLC, England.
4. Vasiliev, V. V., dan Morozov, E. V., 2001, “ *Mechanics and Analysis of Composite Materials*”, Elsevier Science, UK.
5. Mauritz, A. P. dan A.G. Gibson, 2006, “*Fire Properties of Polymer Composite Materials*”, Springer, Netherland.
6. Xu, Y., dan Hoa, S. V., 2008, “*Mechanical Properties of Carbon Fiber Reinforced Epoxy/Clay Nanocomposites*”, Composites Science and Technology, Vol. 68, pp. 854-861.
7. Datto, M. H., 1991, “*Mechanics of Fibrous Composites*”, Elsevier Science Publishers LTD, England